

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Seikai YO, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HERewith

FOR: HIGH-SPEED DRIVING METHOD AND SYSTEM OF PRESSURE CYLINDER

**REQUEST FOR PRIORITY**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:  
Application No. Date Filed

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-078580	March 20, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) \_\_\_\_\_  
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124

Customer Number  
**22850**

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月20日  
Date of Application:

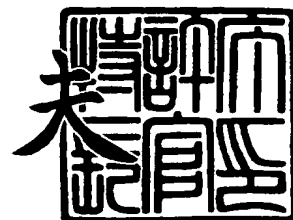
出願番号 特願2003-078580  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-078580]

出願人 SMC株式会社  
Applicant(s):

2004年 1月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 SMC-295702

【提出日】 平成15年 3月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F15B

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県筑波郡谷和原村絹の台 4 - 2 - 2 エスエムシー  
株式会社筑波技術センター内

    【氏名】 楊 清海

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県筑波郡谷和原村絹の台 4 - 2 - 2 エスエムシー  
株式会社筑波技術センター内

    【氏名】 宮地 博

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県筑波郡谷和原村絹の台 4 - 2 - 2 エスエムシー  
株式会社筑波技術センター内

    【氏名】 藤原 伸広

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県筑波郡谷和原村絹の台 4 - 2 - 2 エスエムシー  
株式会社筑波技術センター内

    【氏名】 松本 大輔

【特許出願人】

    【識別番号】 000102511

    【氏名又は名称】 エスエムシー株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100072453

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 林 宏

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100114199

【弁理士】

【氏名又は名称】 後 藤 正 彦

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100119404

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 直生樹

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044576

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 加圧シリンダの高速駆動方法及びそのシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピストンロッドの先端の加圧部材によってワークを加圧する加圧シリンダと、上記加圧シリンダにおけるピストンの両側の圧力室にそれぞれ接続され、それらの圧力室に制御された圧縮空気を給排するロッド側及びヘッド側サーボ弁と、上記ピストンの両側の圧力室の圧力をそれぞれ検出する圧力センサと、上記ピストン位置を検出する位置検出センサと、上記圧力センサ及び位置検出センサの出力に基づき、上記両サーボ弁の動作を制御するコントローラとを備えた加圧シリンダを高速駆動する方法であって、

上記コントローラにおいて、

ピストンの駆動に際してその目標位置が加圧シリンダのヘッド側あるいはロッド側に近いかを検知し、その結果に基づき、上記目標位置が遠い側の圧力室の圧力が一定になるように同室側サーボ弁を制御し、他室側サーボ弁はピストンを目標位置に停止させる位置決め制御を行い、

加圧部材をワークに接触させる段階では、加圧部材とワークとの間の距離が一定の微小範囲内に入ったときに、ロッド側サーボ弁の排気開度をワークに対する加圧部材のソフトタッチのために一定にする制御を行い、

加圧部材がワークに接触したことを検出した後、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階では、ロッド側圧力室の圧力よりもヘッド側圧力室の圧力が設定値だけ高くなるように両サーボ弁の制御を行う、ことを特徴とする加圧シリンダの高速駆動方法。

【請求項 2】

ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階におけるサーボ弁の制御として、ロッド側サーボ弁を排気側に全開すると同時に、両圧力室の差圧が加圧力設定値に高速で到達するようにヘッド側サーボ弁の制御を行う、ことを特徴とする請求項 1 に記載の加圧シリンダの高速駆動方法。

【請求項 3】

ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階におけるサーボ弁の制御として、ヘッド側サーボ弁を全開または一定高圧出力に設定すると同時に、両圧力室の差圧が加圧力設定値に高速で到達するようにロッド側サーボ弁の制御を行う、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の加圧シリンダの高速駆動方法。

#### 【請求項 4】

コントローラにおける加圧部材がワークに接触したことの検出を、ロッド側圧力室の内圧がヘッド側圧力室の内圧よりも低くなり、かつ、ワークに対する加圧部材の位置が十分に接近しているという、圧力及び位置検出センサの出力に基づいて行う、

ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の加圧シリンダの高速駆動方法。

#### 【請求項 5】

コントローラにおける加圧部材がワークに接触したことの検出を、ロッド側圧力室の内圧がヘッド側圧力室の内圧よりも低く、かつ、ワークに対する加圧部材の位置が十分に接近し、しかもピストンの駆動開始からの時間が設定時間を超えているという、圧力及び位置検出センサ並びにタイマーの出力に基づいて行う、ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の加圧シリンダの高速駆動方法。

#### 【請求項 6】

ピストンロッドの先端の加圧部材によってワークを加圧する加圧シリンダと、上記加圧シリンダにおけるピストンの両側の圧力室にそれぞれ接続され、それらの圧力室に制御された圧縮空気を給排するロッド側及びヘッド側サーボ弁と、上記ピストンの両側の圧力室の圧力をそれぞれ検出する圧力センサと、上記ピストン位置を検出する位置検出センサと、上記圧力センサ及び位置検出センサの出力に基づき、上記両サーボ弁の動作を制御するコントローラとを備えた加圧シリンダの高速駆動装置において、

上記コントローラを、

ピストンの駆動に際してその目標位置が加圧シリンダのヘッド側あるいはロッド側

ド側に近いかを検知し、その結果に基づき、上記目標位置が遠い側の圧力室の圧力が一定になるように同室側サーボ弁を制御し、他室側サーボ弁はピストンを目標位置に停止させる位置決め制御を行い、

加圧部材をワークに接触させる段階では、加圧部材とワークとの間の距離が一定の微小範囲内に入ったときに、ロッド側サーボ弁の排気開度をワークに対する加圧部材のソフトタッチのために一定にする制御を行い、

加圧部材がワークに接触したことを検出した後、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階では、ロッド側圧力室の圧力よりもヘッド側圧力室の圧力が設定値だけ高くなるように両サーボ弁の制御を行うものとした、  
ことを特徴とする加圧シリンダの高速駆動システム。

#### 【請求項 7】

コントローラが、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階におけるサーボ弁の制御として、ロッド側サーボ弁を排気側に全開すると同時に、両圧力室の差圧が加圧力設定値に高速で到達するようにヘッド側サーボ弁の制御を行うものとした、  
ことを特徴とする請求項 6 に記載の加圧シリンダの高速駆動システム。

#### 【請求項 8】

コントローラが、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階におけるサーボ弁の制御として、ヘッド側サーボ弁を全開または一定高圧出力に設定すると同時に、両圧力室の差圧が加圧力設定値に高速で到達するようにロッド側サーボ弁の制御を行うものとした、  
ことを特徴とする請求項 6 に記載の加圧シリンダの高速駆動システム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、スポット溶接ガン等に用いられるサーボ制御式加圧シリンダの高速駆動システム及びその駆動方法に関する。

##### 【0 0 0 2】

#### 【従来技術】

下記に示す特許文献 1 には、エアクッション機構付きシリンダ装置のピストンを挟んで設けられたヘッド側圧力室とロッド側圧力室とに圧縮空気を供給する 2 個のオン・オフ開閉式電磁弁をそれぞれに連結するとともに、ロッド側圧力室に絞り弁と急速排気弁とを接続し、ヘッド側圧力室とロッド側圧力室の圧力に基づいてこれらの弁を適宜作動して、ピストンの駆動を所定状態に制御するシリンダ装置が記載されている。このシリンダ装置においては、シリンダ装置をエアクッション機構付きのものにするとともに、圧力情報に基づいて圧縮空気を駆動源としてこれらの弁及びピストンを作動させているので、電磁弁の駆動を除いて電氣的制御部分がなく、故障等に対する対応が容易である反面、多数の弁が必要で部品点数が多くなるという問題があった。

#### 【0 0 0 3】

本発明者は、これをさらに改良したシリンダ装置として、図 5 に示すように、上記 2 個のオン・オフ開閉式電磁弁を廃し、1 つのサーボ弁 1 0 0 を用いてヘッド側圧力室 1 0 1 とロッド側圧力室 1 0 2 とに供給する圧縮空気を制御するシステムを開発した。この改良したシリンダ装置では、サーボ弁 1 0 0 は、ピストン 1 0 3 の押し出し時には切換弁として機能し、ピストン 1 0 3 の復帰時には位置決め機能を発揮し、ピストン 1 0 3 を所望の中間位置に停止させることが可能となっている。また、サーボ弁 1 0 0 を用いることにより、弁開度を調整することができ、それに伴い流量制御が行うことができるので、ピストン 1 0 3 を所定の位置に円滑に移動することができる。

#### 【0 0 0 4】

しかしながら、この改良したシリンダ装置においても、シリンダ装置をエアクッション機構付きのものとし、絞り弁 1 0 4 と急速排気弁 1 0 5 とを用いることが必要であり、また、サーボ弁 1 0 0 を用いることにより 2 個の電磁弁を廃することが可能になったものの、サーボ弁 1 0 0 へ所定圧の圧縮空気を供給するための圧力設定ユニット 1 0 6 が必要であり、依然として部品点数が多いという問題が複雑であった。また、サーボ弁を用いて簡易な構成とした種々のシリンダ装置も開発されてはいるが、制御機構が必ずしも満足のいくものでなかったため、高速で円滑な制御が得られなかった。



**【 0 0 0 5 】****【特許文献1】**

特開 2 0 0 2 - 2 5 0 3 0 7 (図 2)

**【 0 0 0 6 】****【発明が解決しようとする課題】**

本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、サーボ弁を用いたシリンダ装置において必要最小限の制御機器を用いて該装置を高速かつ円滑に制御する高速駆動方法及びそのシステムを提供することを目的とする。

**【 0 0 0 7 】****【課題を解決するための手段】**

本発明の加圧シリンダの高速駆動方法は、ピストンロッドの先端の加圧部材によってワークを加圧する加圧シリンダと、上記加圧シリンダにおけるピストンの両側の圧力室にそれぞれ接続され、それらの圧力室に制御された圧縮空気を給排するロッド側及びヘッド側サーボ弁と、上記ピストンの両側の圧力室の圧力をそれぞれ検出する圧力センサと、上記ピストン位置を検出する位置検出センサと、上記圧力センサ及び位置検出センサの出力に基づき、上記両サーボ弁の動作を制御するコントローラとを備えた加圧シリンダを高速駆動する方法であって、上記コントローラにおいて、ピストンの駆動に際してその目標位置が加圧シリンダのヘッド側あるいはロッド側に近いかを検知し、その結果に基づき、上記目標位置が遠い側の圧力室の圧力が一定になるように同室側サーボ弁を制御し、他室側サーボ弁はピストンを目標位置に停止させる位置決め制御を行い、加圧部材をワークに接触させる段階では、加圧部材とワークとの間の距離が一定の微小範囲内に入ったときに、ロッド側サーボ弁の排気開度をワークに対する加圧部材のソフトタッチのために一定にする制御を行い、加圧部材がワークに接触したことを検出した後、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階では、ロッド側圧力室の圧力よりもヘッド側圧力室の圧力が設定値だけ高くなるように両サーボ弁の制御を行うことを特徴とするものである。

**【 0 0 0 8 】**

本発明の好ましい実施の態様の 1 つは、ワークに接触した加圧部材に高加圧力

を発生させる段階におけるサーボ弁の制御として、ロッド側サーボ弁を排気側に全開すると同時に、両圧力室の差圧が加圧力設定値に高速で到達するようにヘッド側サーボ弁の制御を行うことである。

#### 【0009】

本発明の好ましい実施の態様の他の1つは、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階におけるサーボ弁の制御として、ヘッド側サーボ弁を全開または一定高压出力に設定すると同時に、両圧力室の差圧が加圧力設定値に高速で到達するようにロッド側サーボ弁の制御を行うことである。

#### 【0010】

本発明の好ましい実施の態様のさらに他の1つは、コントローラにおける加圧部材がワークに接触したことの検出を、ロッド側圧力室の内圧がヘッド側圧力室の内圧よりも低くなり、かつ、ワークに対する加圧部材の位置が十分に接近しているという、圧力及び位置検出センサの出力に基づいて行うことである。

#### 【0011】

本発明の好ましい実施の態様のさらに他の1つは、コントローラにおける加圧部材がワークに接触したことの検出を、ロッド側圧力室の内圧がヘッド側圧力室の内圧よりも低く、かつ、ワークに対する加圧部材の位置が十分に接近し、しかもピストンの駆動開始からの時間が設定時間を超えているという、圧力及び位置検出センサ並びにタイマーの出力に基づいて行うことである。

#### 【0012】

また、本発明の加圧シリンダの高速駆動システムは、ピストンロッドの先端の加圧部材によってワークを加圧する加圧シリンダと、上記加圧シリンダにおけるピストンの両側の圧力室にそれぞれ接続され、それらの圧力室に制御された圧縮空気を給排するロッド側及びヘッド側サーボ弁と、上記ピストンの両側の圧力室の圧力をそれぞれ検出する圧力センサと、上記ピストン位置を検出する位置検出センサと、上記圧力センサ及び位置検出センサの出力に基づき、上記両サーボ弁の動作を制御するコントローラとを備えた加圧シリンダの高速駆動装置において、上記コントローラを、ピストンの駆動に際してその目標位置が加圧シリンダのヘッド側あるいはロッド側に近いかを検知し、その結果に基づき、上記目標位置

が遠い側の圧力室の圧力が一定になるように同室側サーボ弁を制御し、他室側サーボ弁はピストンを目標位置に停止させる位置決め制御を行い、加圧部材をワークに接触させる段階では、加圧部材とワークとの間の距離が一定の微小範囲内に入ったときに、ロッド側サーボ弁の排気開度をワークに対する加圧部材のソフトタッチのために一定にする制御を行い、加圧部材がワークに接触したことを検出した後、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階では、ロッド側圧力室の圧力よりもヘッド側圧力室の圧力が設定値だけ高くなるように両サーボ弁の制御を行うものとしたことを特徴とするものである。

#### 【 0 0 1 3 】

前記高速駆動システムの発明の好ましい実施の態様の 1 つは、コントローラが、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階におけるサーボ弁の制御として、ロッド側サーボ弁を排気側に全開すると同時に、両圧力室の差圧が加圧力設定値に高速で到達するようにヘッド側サーボ弁の制御を行うものである。

#### 【 0 0 1 4 】

前記高速駆動システムの発明の好ましい実施の態様の他の 1 つは、コントローラが、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる段階におけるサーボ弁の制御として、ヘッド側サーボ弁を全開または一定高压出力に設定すると同時に、両圧力室の差圧が加圧力設定値に高速で到達するようにロッド側サーボ弁の制御を行うものである。

#### 【 0 0 1 5 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図面に示す実施例に基づいてさらに詳しく説明する。本実施例は、本発明を溶接ガンに適用した場合の制御方法及びそのシステムである。

#### 【 0 0 1 6 】

図 1 に示す高速駆動システム 1 は、溶接ガンを構成する加圧シリンダ 1 0 と、この加圧シリンダ 1 0 のヘッド側圧力室 1 1 の圧縮空気を制御するヘッド側サーボ弁 2 0 と、ロッド側圧力室 1 2 の圧縮空気を制御するロッド側サーボ弁 2 1 と、これらに制御信号を出力するコントローラ 4 0 とを備え、該コントローラ 4 0 により所望の状態に制御するものである。

## 【0017】

シンボルマークを用いた図2により本高速駆動システムを詳述すると、加圧シリンダ10は、シリンダ室を備えたシリンダ本体13と、これに内蔵されたピストン14と、ピストン14に連結されたピストンロッド15とを備えている。シリンダ本体13は、密閉された筒体であり、ピストン14を挟んでそのヘッド側のヘッド側圧力室11とそのロッド側のロッド側圧力室12とを備えている。ピストンロッド15はシリンダ本体13を密閉状に貫通して外部に延出している。このピストンロッド15の外部に延出した端部には図示しない溶接ガンの一方の電極部材（加圧部材に相当）が装着される。

## 【0018】

ヘッド側圧力室11は、ヘッド側サーボ弁20から給排される圧縮空気によりピストンを駆動するためのものであり、ヘッド側サーボ弁20とヘッド側圧力室11とを連結するヘッド側流体流路22に導通するヘッド側開口16と、この圧力室11の圧力を検知するヘッド側圧力センサ18と、ピストン14の駆動位置を検知する位置検出センサ30のプロープ31とを備えている。ヘッド側圧力センサ18と位置検出センサ30とはそれぞれ、その検出値がコントローラ40に出力される。ロッド側圧力室12は、ロッド側サーボ弁21から給排される圧縮空気によりピストンを駆動するためのものであり、ロッド側サーボ弁21とロッド側圧力室12とを連結するロッド側流体流路23に導通するロッド側開口17と、この圧力室12の圧力を検知するロッド側圧力センサ19とを備えている。ロッド側圧力センサは、その検出値がコントローラ40に出力される。

## 【0019】

ヘッド側サーボ弁20は、圧縮空気の供給源24からの圧縮空気を導入する供給ポート25と、それを排気する排気ポート26と、それを出力する出力ポート27とを有している。このサーボ弁においては、コントローラ40からの出力信号に応じて各ポートを適宜連結するとともに各ポートでの流通面積を規制して所定の流路及び流通量を決められる。ロッド側サーボ弁21は、ヘッド側サーボ弁20と同一構造であり、前記ヘッド側サーボ弁20と同様にロッド側圧力室12に対して作用するので、対応する各ポートに同一の符号を付してそれらの説明は

省略する。

### 【0020】

コントローラ40は、マイクロプロセッサを内蔵して、ヘッド側及びロッド側圧力センサ18, 19と、位置検出センサ30との検出値が入力される。また、コントローラ40には、あらかじめピストン14の動作態様や複数の中間停止位置等の設定値が記憶されている。そして、図示しない主コンピュータから入力される「中間停止」、「クランプ」及び「加圧力負荷」等の溶接の実施を指令する指令信号に基づいて、前記の検出値と設定値とを比較し、加圧シリンダ10が所定の動作を実現するように、ヘッド側サーボ弁20とロッド側サーボ弁21とに駆動信号を出力する。

なお、「中間停止」とは、溶接開始前または溶接終了後に電極部材がワーク50から一定距離離間した位置で停止するように、それに対応した位置でピストンを停止させることを云い、「クランプ」とは、溶接時に電極部材をワーク50に接触させて保持することを云い、「加圧力負荷」とは、溶接時に電極部材がワーク50を一定の設定加圧力で押圧することを云う。

### 【0021】

つぎに、上記コントローラの機能及び該コントローラによる溶接ガンの制御方法について説明する。

### 【0022】

#### 1) 基本的な動作制御

コントローラ40によるヘッド側及びロッド側サーボ弁20, 21の制御によりピストン14を目標位置に駆動する際、すなわち、クランプ位置あるいは中間停止位置に駆動する際、基本的には、コントローラ40において、ピストン14が設定された目標位置 $X_r$ に速く到達するように、ヘッド側圧力室11及びロッド側圧力室12への圧縮空気の給排を制御する信号をヘッド側サーボ弁20とロッド側サーボ弁21とに出力するが、この場合に、目標位置 $X_r$ が加圧シリンダ10の軸方向長さ $L$ の中央位置 $L/2$ に対してどちら側の位置にあるかによって異なる制御方法を採用するため、コントローラ40においてその目標位置がヘッド側あるいはロッド側のいずれに近いかを検知し、次の制御方法が採用される。

なお、以下においては、ピストン 14 がヘッド側端にある位置をピストン変位 0 の位置とし、ピストン 14 がロッド側端にある位置をピストン変位最大の位置として説明する。

### 【0023】

また、上述したところでは目標位置  $X_r$  が加圧シリンダ 10 の中央位置  $L/2$  に対してどちら側にあるかによって異なる制御方法を採用する旨を説明したが、その理由は、後述するように、圧力室 11 または 12 の容積が十分に小さくなったときには、その小さい圧力室の圧力制御における応答の時定数が問題になるためであり、そのため正確な意味で目標位置  $X_r$  が加圧シリンダ 10 の中央位置  $L/2$  に対してどちら側にあるかによって異なる制御方法を採用する必要はなく、目標位置がヘッド側あるいはロッド側のエンドのいずれに十分に近いかにより、次に述べるような制御方法を採用すればよい。

ここで、目標位置がエンドに十分に近いとは、諸条件によって相違するが、一般的にはエンドから  $L/8$  程度の範囲である。この場合、目標位置がヘッド側及びロッド側のいずれにも十分に近くない範囲内にあるときは、いずれかを圧力制御、他方を位置制御すればよい。勿論、目標位置  $X_r$  が加圧シリンダ 10 の中央位置  $L/2$  に対してどちら側にあるかによって以下に説明する異なる制御方法を採用することもできる。

### 【0024】

1-1) ピストン 14 の目標位置  $X_r$  がシリンダのロッド側にある場合 ( $X_r \gg L/2$ )。

一般的に、ピストン 14 をクランプ位置に駆動する際にこの制御方法が適用され、コントローラ 40 からは、ヘッド側サーボ弁 20 がヘッド側圧力室 11 をピストンの駆動に必要な一定圧力に維持するように圧力制御し、ロッド側サーボ弁 21 がピストン 14 を目標位置  $X_r$  に到達するように位置ぎめ制御する信号が、それぞれのサーボ弁 20, 21 に出力される。具体的には、コントローラ 40 は、ヘッド側圧力室 11 の設定圧力とヘッド側圧力センサ 18 から入力された圧力値とを比較して、前記設定圧力になるようにする信号をヘッド側サーボ弁 20 に出力する。ヘッド側サーボ弁 20 はその信号に基づいて圧縮空気をヘッド側圧力

室 11 へ供給または排出して、ヘッド側圧力室 11 が前記設定圧力に維持されるように圧力制御する。また、コントローラ 40 は、ピストン 14 の目標位置  $X_r$  と位置検出センサ 30 から入力された位置信号値とを比較して、ピストン 14 が前記目標位置  $X_r$  になるような圧縮空気の出指令をロッド側サーボ弁 21 に出力する。ロッド側サーボ弁 21 はその信号に基づいて圧縮空気をロッド側圧力室 12 へ供給または排出して、ピストン 14 が前記目標位置  $X_r$  に停止するようにロッド側圧力室 11 を位置決め制御する。

#### 【0025】

以降、前述のように圧力センサの検出値に基づいてヘッド側ないしはロッド側圧力室 11, 12 の圧力を制御することを圧力制御と称し、位置検出センサ 30 の検出値に基づいてヘッド側ないしはロッド側圧力室 11, 12 の圧縮空気を制御してピストン 14 の停止位置を決定することを位置決め制御と称する。

#### 【0026】

1-2) ピストン 14 の目標位置  $X_r$  がシリンダのヘッド側にある場合 ( $X_r \ll L/2$ )。

一般的に、クランプ位置にあるピストン 14 を中間停止位置に復帰させる場合に適用され、コントローラ 40 並びにヘッド側及びロッド側サーボ弁 20, 21 のそれぞれが、関係は逆になるが前記 1-1) の場合に順ずる制御をし、ロッド側サーボ弁 21 が、ロッド側圧力室 12 の圧力を一定圧力に維持するように圧力制御し、ヘッド側サーボ弁 20 が、ヘッド側圧力室 11 の圧縮空気を制御してピストン 14 を目標位置  $X_r$  に停止させる位置決め制御をする。この場合、ロッド側サーボ弁 21 は給気側が全開でもよい。これにより、安定的で短時間での「中間停止」を実現できる。

#### 【0027】

このように、ピストン 14 の目標位置  $X_r$  が、シリンダのどちら側にあるかによってヘッド側及びロッド側サーボ弁 20, 21 の制御機能を圧力制御と位置決め制御とのいずれかに切替える理由は、ピストン 14 の移動によりそれぞれの圧力室 11, 12 の容積が変化する際に、圧力制御における応答の時定数が変わること起因する。すなわち、その容積が減少すると時定数は小さくなり、特にそ

の容積が極端に減少するストロークエンドにピストン 14 が接近した圧力室では、圧力制御系に振動を起こす傾向がある。これを防止するために、容積が小さい圧力室の方を位置決め制御とするのが有効である。

#### 【0028】

##### 2) 「クランプ」動作時のソフトタッチの実現

溶接ガンによるスポット溶接では、ワーク 50 から離れた位置にある電極部材を、まずワーク 50 に近接する位置まで上記 1-1) の制御で高速で移動させ、その後、衝撃が生じないようにワーク 50 にソフトタッチさせる。ここでは、この一連の「クランプ」の手順を説明する。

#### 【0029】

主コンピュータからコントローラ 40 への指令に基づき、前記 1-1) の制御でピストン 14 が駆動され、電極部材がワーク 50 から離れた中間停止位置等からクランプ時の目標位置  $X_c$  に向かって駆動されるが、その間に、コントローラ 40 において位置検出センサ 30 から入力された位置信号 ( $X$ ) と目標位置  $X_c$  とを比較し、その差が一定範囲  $\delta$  ( $X_c - X \leq \delta$ ) になるまで移動したときに、コントローラ 40 は、ロッド側サーボ弁 21 へ該サーボ弁 21 の排気開度を微小な一定値に設定する制御信号を出力し、それにより該サーボ弁 21 ではロッド側圧力室 12 からの圧縮空気を徐々に排気する。これにより電極部材がワーク 50 にソフトタッチするようにピストン 14 が減速される。

#### 【0030】

前記ピストン位置  $X$  とその目標位置  $X_c$  との差が一定範囲  $\delta$  になったときにロッド側サーボ弁 21 の排気開度を一定値にする理由は、一つには両サーボ弁 20, 21 の位置決め制御のみでは、電極部材がワーク 50 の手前で停止してしまう場合があることであり、一つには、電極部材とワーク 50 とが接触したか否かの判別を、ヘッド側圧力室 11 の圧力  $P_h$  とロッド側圧力室 12 の圧力  $P_r$  とが逆転 ( $P_h > P_r$ ) することを前提条件にしているが、上記排気開度が確保されていないと、この条件に到達するのが遅くなり、あるいは発生しない場合が生じる可能性があることである。

#### 【0031】



### 3) 「加圧力負荷」の実現

溶接ガンのスポット溶接では、電極部材とワーク 50 とを加圧状態で通電してスポット溶接を行うが、この加圧状態を得るための一連の「加圧力負荷」の手順について説明する。

前記「クランプ」により電極部材とワーク 50 との接触が維持されている状態において、そのクランプ状態を判別した主コンピュータからの指令、あるいはコントローラ 40 自体による制御で「加圧力負荷」を行う場合には、少なくとも次の二つの方法がある。

#### 【0032】

##### 3-1) ヘッド側サーボ弁を主体とした制御方法

コントローラ 40 において、ロッド側サーボ弁 21 の排気ポート 26 を全開にする制御信号をロッド側サーボ弁 21 に出力する。また、同時にヘッド側及びロッド側圧力センサ 18, 19 の検出値に基づき、ヘッド側圧力室 11 の圧力  $P_h$  とロッド側圧力室 12 の圧力  $P_r$  との差圧 ( $P_h - P_r$ ) を、あらかじめ設定されている設定値  $P_b$  と比較し、上記差圧が設定値  $P_b$  になるようにヘッド側サーボ弁 20 の出力を制御する。排気ポート 26 の全開に伴い、ロッド側圧力室 12 は無圧状態になり、一方、ヘッド側サーボ弁 20 は、必要な圧縮空気をヘッド側圧力室 11 へ供給または排出して、設定値  $P_b$  が維持されるように動作する。

#### 【0033】

##### 3-2) ロッド側サーボ弁を主体とした制御方法

コントローラ 40 において、ヘッド側サーボ弁 20 の給気ポート 27 を全開にする制御信号をヘッド側サーボ弁 20 に出力する。また、同時にヘッド側及びロッド側圧力センサ 18, 19 の検出値に基づき、ヘッド側圧力室 11 の圧力  $P_h$  とロッド側圧力室 12 の圧力  $P_r$  との差圧 ( $P_h - P_r$ ) を、あらかじめ設定した設定値  $P_b$  と比較し、上記差圧が設定値  $P_b$  になるようにロッド側サーボ弁 20 の出力を制御する。給気ポート 27 の全開に伴い、ヘッド側圧力室 11 は一定の圧力状態になり、ロッド側サーボ弁 20 は、必要な圧縮空気をロッド側圧力室 12 へ供給または排気して、設定値  $P_b$  が維持されるように圧力制御する。

なお、上記制御ではヘッド側サーボ弁 20 の給気ポート 27 を全開にするよう

にしているが、一定高圧出力に設定することもできる。

#### 【0034】

電極部材がワーク 50 と接触したか否かの判別は、ヘッド側圧力室 11 の圧力  $P_h$  とロッド側圧力室 12 の圧力  $P_r$  とが一時的に逆転 ( $P_h < P_r$ ) するが、最終的に再度逆転すること ( $P_h > P_r$ ) を前提条件にしており、コントローラ 40 では、少なくともこの前提条件が満たされたときを接触と判断させるようにしている。

より具体的には、上記圧力  $P_r$  が圧力  $P_h$  より低く、かつワーク 50 に対して電極部材が十分に近く (例えば 1 mm 以下) になっていることを判別の条件とし、あるいは、コントローラ 40 が保有するタイマーを利用して、上記に加えて「クランプ」指令が出力されてから一定時間 (例えば 70 ms) を経過することを判別の条件とするのが適切である。

#### 【0035】

上述した制御を行うコントローラ 40 を用いて溶接ガンのシリンダの駆動制御を行うに際しては、まず、ピストンを初期位置に保持するように制御しているコントローラ 40 に対して、主コンピュータからクランプ動作開始の指令が出力される。その指令に基づき、コントローラ 40 においては、前記 1-1) で説明した制御によりピストン 14 が設定された目標位置  $X_r$  に向かって移動するようにヘッド側圧力室 11 及びロッド側圧力室 12 への圧縮空気の給排気が制御され、電極部材がワーク 50 に近接する位置まで達した後は、上記 2) の制御でワーク 50 にソフトタッチさせる。次に、前記 3-1) または 3-2) の方法でワークに対して加圧力の負荷を行って溶接し、その後、ピストンを前記 1-2) の制御方法で中間停止位置に復帰させ、主コンピュータからの指令に応じて上記溶接が繰り返され、最終的には電極部材を初期位置に復帰させる。

#### 【0036】

図 3 は、上記実施例において前記 3-1) で説明した制御により加圧力負荷を行う場合について、溶接ガンの動作過程におけるロッド側サーボ弁 21 の開度設定曲線、ピストン変位、並びにヘッド側圧力室 11 及びロッド側圧力室 12 のそれぞれの圧力変動を説明するためのものである。これに基づいて、溶接ガンの制

御方法についてより具体的に説明する。

### 【0 0 3 7】

この動作曲線は、シリンダストローク 1 5 0 mm、溶接ストローク 5 5 mm、ロッド端未使用ストローク 5 0 mm、加圧力設定値 0. 4 MP a、供給圧 0. 6 MP a として示すもので、図 3 (B) に示すように、溶接のためのピストン 1 4 の目標位置がシリンダ長の 1 / 2 の位置よりロッド側にあるので、クランプ動作に際し、コントローラ 4 0 は、ヘッド側圧力室 1 1 が一定圧力になるようにヘッド側サーボ弁 2 0 を制御し、ロッド側圧力室 1 2 はロッド側サーボ弁 2 1 によりピストン 1 4 が目標位置  $X_r$  に向かうように位置決め制御される。なお、この段階では、同図 (B) に示すように、ピストン 1 4 はほぼ一定の速度で目標位置に向かって移動するが、同図 (C) に示すように、ヘッド側及びロッド側の圧力室の内圧は、通常、複雑に変化する。そして、加圧部材とワーク 5 0 との間の距離が一定の微小範囲  $\delta$  内 (ここでは  $\delta = 2 \text{ mm}$ ) に入るまで上記制御が継続され、その範囲内に入ったことを位置検出センサ 3 0 で検出したときには、図 3 (A) に示すようにロッド側サーボ弁 2 0 の排気開度を微小開度に設定し、それによって、図 3 (B) から分かるようにピストン 1 4 を減速させ、ワーク 5 0 に対して電極部材をソフトタッチさせて、クランプを完了する。この間の時間は約 0. 1 秒である。

### 【0 0 3 8】

このクランプ動作の完了は、圧力センサ 1 8, 1 9 の出力により圧力  $P_h$  と圧力  $P_r$  とが、 $P_h > P_r$  の関係を有し、かつ位置検出センサ 3 0 によりワーク 5 0 に対して電極部材が十分に接近していることを確認することにより検知され、その確認後に電極部材により加圧力が負荷される。

この加圧力の負荷は、まず、ロッド側サーボ弁の排気側を全開に設定する。それに伴って、図 3 (C) に示すように、ロッド側圧力室 1 2 の圧力  $P_r$  が急速に低下し、0 MP a に収束する。それと同時に、ヘッド側及びロッド側圧力センサ 1 8, 1 9 の出力に基づいて、ヘッド側及びロッド側圧力室 1 1, 1 2 の圧力の差が、加圧力設定値 ( $P_b$ ) である 0. 4 MP a になるように、ヘッド側サーボ弁 2 0 が制御される。その結果、図 3 (C) に示すように、上記圧力差を一定に

維持するように圧力制御される。この状態を維持しながらスポット溶接が行われる。ついで、中間停止位置へ復帰させるが、この場合には、中間停止位置であるピストン駆動の目標位置がシリンダの中央位置よりもヘッド側に近いので、コントローラ 4 0 による制御で、ロッド側サーボ弁 2 1 によりロッド側圧力室 1 2 を圧力制御（ここでは給気側を全開）すると同時に、ヘッド側サーボ弁 2 0 による位置制御により、中間停止位置に戻る。

#### 【 0 0 3 9 】

図 4 は、図 3 の動作曲線のうち、同図 (C) の圧力に関するグラフと同様な実験例を示すものであり、具体的には、加圧シリンダを用いて制御を実行した際のヘッド側圧力室 1 1 の圧力  $P_h$  及びロッド側圧力室 1 2 の圧力  $P_r$  の変動を経時的に示している。また、図 4 (A) は、3-1) で説明した制御方法（ヘッド側で加圧力制御）を用いた場合のグラフであるのに対し、図 4 (B) は、3-2) で説明した制御方法（ロッド側で加圧力制御）の場合のグラフである。スポット溶接では、溶接の過程で加圧力を変化させる場合があるが、図 4 の (A) 及び (B) のいずれの場合もその加圧力に変化を与えている。

#### 【 0 0 4 0 】

次に、上記図 4 の (A) 及び (B) を参照して、「加圧力負荷」の制御方法 3-1) 及び 3-2) の得失について説明する。

#### 【 0 0 4 1 】

図 4 (A) では、「加圧力負荷」時に加圧力に変化を与えているが、この変化は、ヘッド側圧力室 1 1 の圧力  $P_h$  を 0. 1 MPa 増圧するもので、そのときの応答時間として 4 5 m s を要している。

一方、図 4 (B) でも、同様に加圧力に変化を与えているが、その変化は、ロッド側圧力室 1 2 の圧力  $P_r$  を 0. 1 MPa だけ増減圧することにより与えるもので、図 4 (A) の上記 4 5 m s に対応する応答時間として、2 2 m s を要している。

#### 【 0 0 4 2 】

すなわち、両者においては、加圧力に変化を与えた場合、その応答時間は、圧力室の容積が小さいロッド側圧力室 1 2 を圧力制御する図 4 (B) の方が非常に

はやくなることを示している。ただし、この場合は、3-1) の制御方法に較べてより高速応答性がよく高性能な弁が必要となる。

#### 【0043】

前述の「中間停止」及び「加圧力負荷」における制御信号のゲインについては特に触れなかったが、「中間停止」時の圧力制御のゲインは、「加圧力負荷」時の圧力制御のゲインより低い方が好ましい。両者のゲインが同じであると、「中間停止」時におけるピストンの停止動作が振動する虞がある。

#### 【0044】

以上において、本発明を実施例に基づいて説明したが、本発明はこれらに限るわけではなく特許請求の範囲を逸脱しない限り種々の形態をとることができる。

#### 【0045】

##### 【発明の効果】

上述した本発明の加圧シリンダの高速駆動方法及びそのシステムによれば、簡易な構成で該加圧シリンダを高速かつ円滑に制御することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施例の概略的構成を示す断面図である。

##### 【図2】

上記実施例の構成をシンボルマークで示す構成図である。

##### 【図3】

(A) ~ (C) は、上記実施例の動作の一例を説明するための模式的説明図である。

##### 【図4】

(A) 及び (B) は、加圧力制御の方法を異にする場合の圧力室の内圧変動を示す実験例のグラフである。

##### 【図5】

従来のシリンダ装置の構成をシンボルマークで示す構成図である。

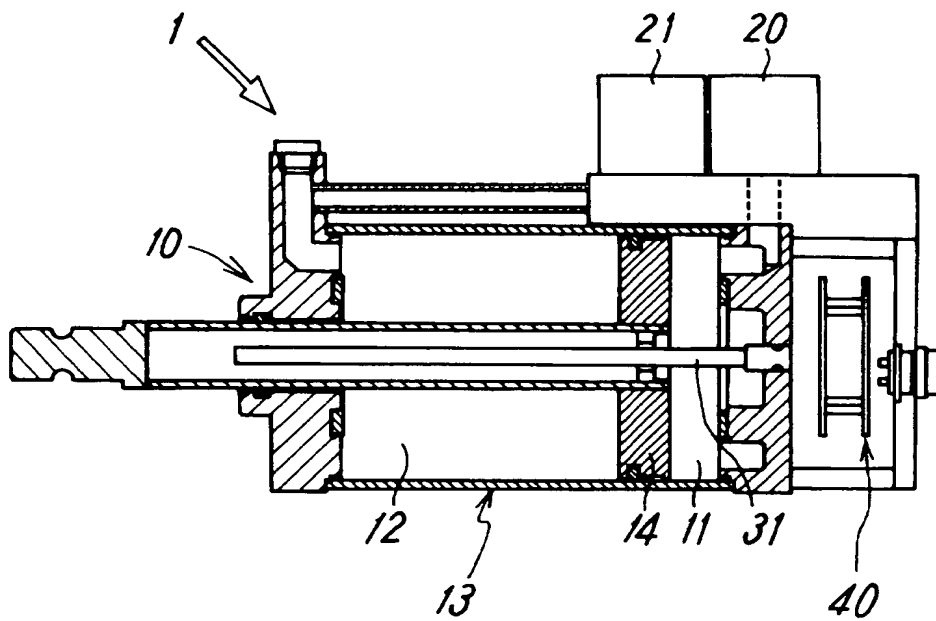
##### 【符号の説明】

- 1 高速駆動システム

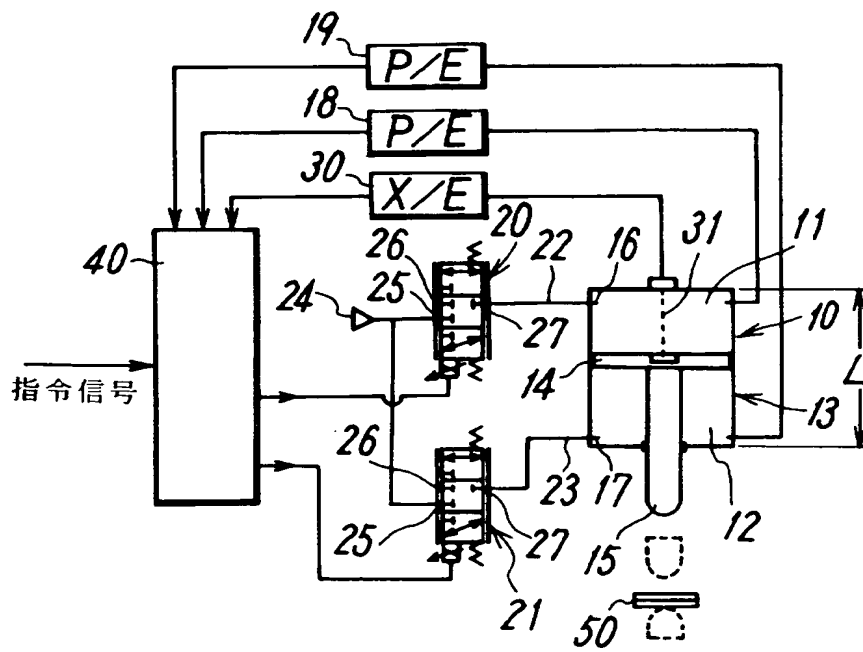
- 1 0 加圧シリンダ
- 1 1 ヘッド側圧力室
- 1 2 ロッド側圧力室
- 1 4 ピストン
- 1 5 ピストンロッド
- 1 8 ヘッド側圧力センサ
- 1 9 ロッド側圧力センサ
- 2 0 ヘッド側サーボ弁
- 2 1 ロッド側サーボ弁
- 3 0 位置検出センサ
- 4 0 コントローラ
- 5 0 ワーク

【書類名】 図面

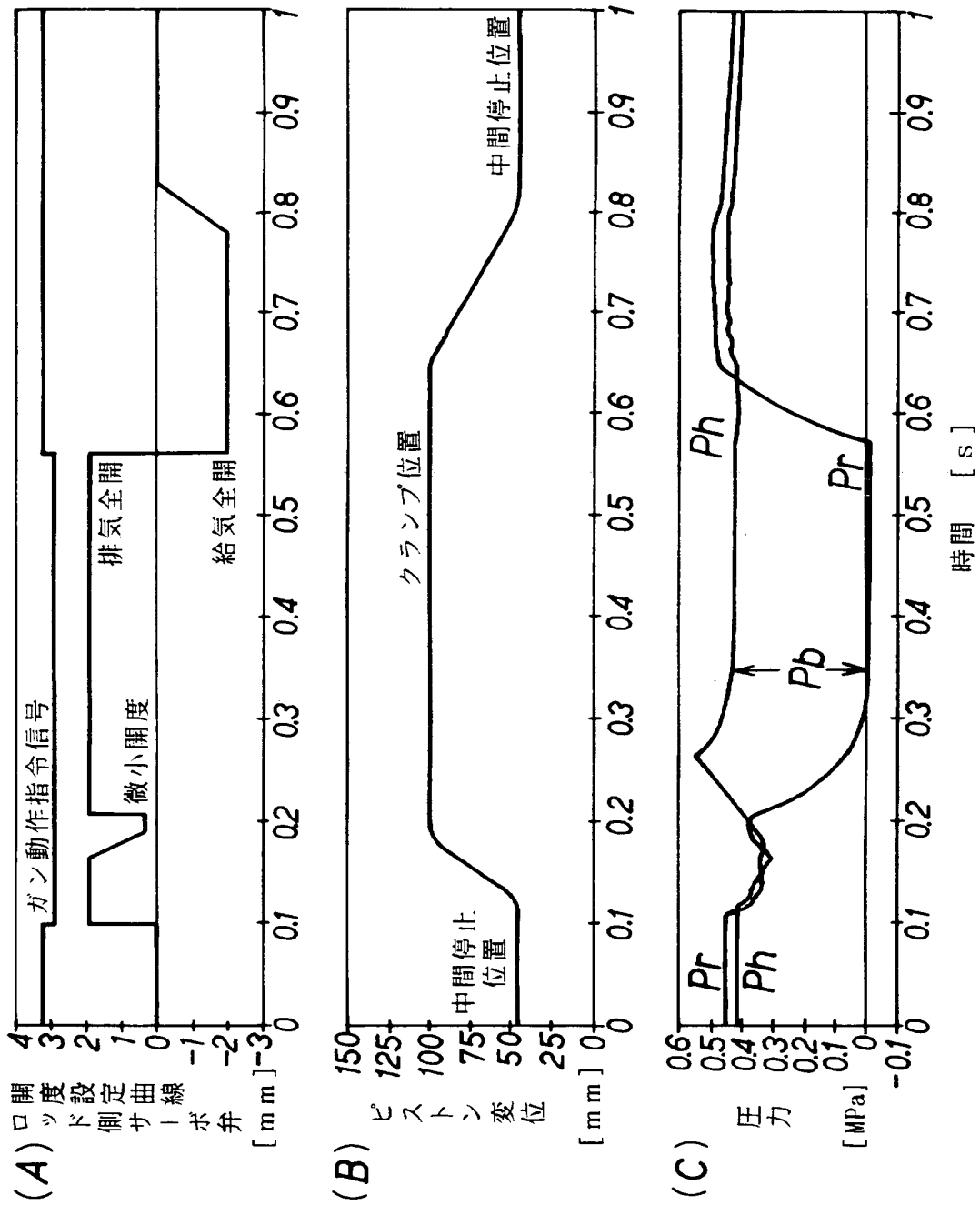
【図 1】



【図 2】

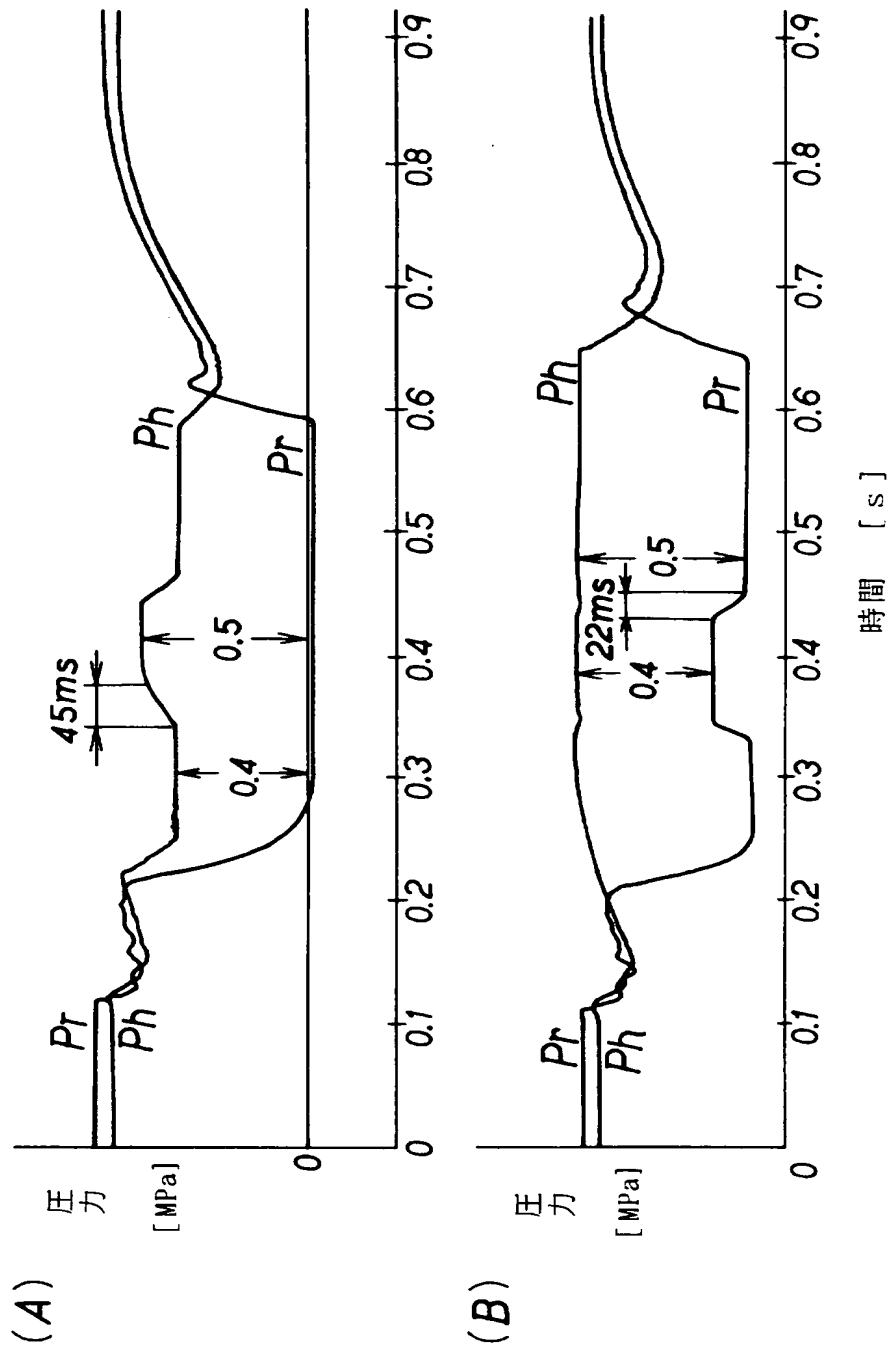


【図 3】

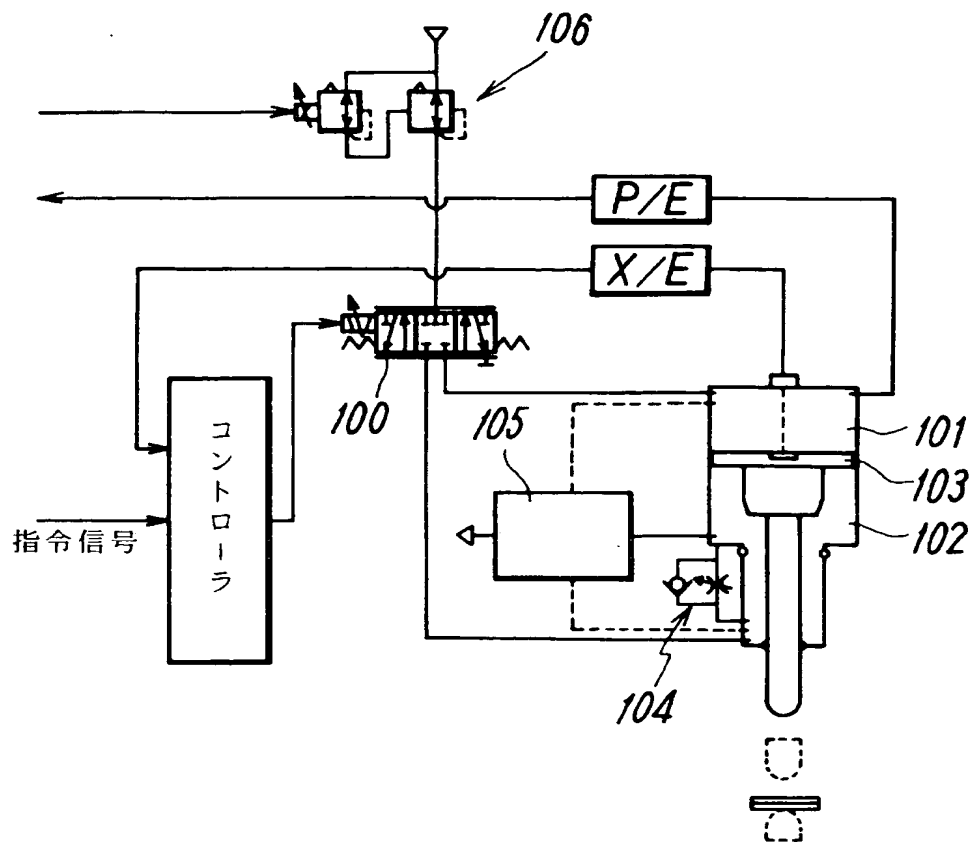




【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 サーボ弁を用いたシリンダ装置において必要最小限の制御機器を用いて該装置を高速かつ円滑に制御する制御方法及びそのシステムを提供する。

【解決手段】 本加圧シリンダ 1 0 の高速駆動方法およびそのシステム 1 は、ピストンの両側の圧力室 1 1, 1 2 にそれぞれ接続されヘッド側サーボ弁 2 0 およびロッド側サーボ弁 2 1 と、ピストン 1 4 の両側の圧力室の圧力をそれぞれ検出する圧力センサ 1 8, 1 9 と、ピストンの位置を検出する位置検出センサ 3 0 とを備え、それぞれの検出値に基づいてコントローラ 4 0 から必要な指令をヘッド側, ロッド側サーボ弁に出力して加圧シリンダのピストンを目標位置に停止させる制御、ワークに対して加圧部材をソフトタッチさせる制御、ワークに接触した加圧部材に高加圧力を発生させる制御を、簡易な構成で高速かつ円滑に制御することができる。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 7 8 5 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 1 0 2 5 1 1 ]

1. 変更年月日 2 0 0 1 年 1 2 月 1 8 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区新橋 1 丁目 1 6 番 4 号  
氏 名 エスエムシー株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 1 1 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都港区新橋 1 丁目 1 6 番 4 号  
氏 名 S M C 株式会社